

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-185130

(P2002-185130A)

(43)公開日 平成14年6月28日(2002.6.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C 5 E 3 1 9
	5 0 1		5 0 1 F
	5 0 5		5 0 5 A
	5 0 7		5 0 7 C
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	3 3 0 E
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-376367(P2000-376367)

(22)出願日 平成12年12月11日(2000.12.11)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 赤松 俊也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 山岸 康男

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子回路装置及び電子部品

(57)【要約】

【課題】 Pbフリーはんだを使用して且つ電極材料の拡散による信頼性低下を抑制できる電子回路装置と電子部品の提供。

【解決手段】 回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とを、主成分のSnのほかに0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むはんだ材料で接続した電子回路装置とする。また、外部回路との接続用の端子電極上に設けたはんだパンプを、主成分のSnのほかに0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むはんだ材料で形成した電子部品とする。電極と接触する部分がNi、特に無電解めっきによるNiで形成されている場合に特に有益である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とをはんだで接続した電子回路装置であって、当該はんだが主成分のSnのほか、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むことを特徴とする電子回路装置。

【請求項2】 前記回路基板上の接続電極及び前記電子部品上の接続端子電極のうちの少なくとも一方の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている、請求項1記載の電子回路装置。

【請求項3】 回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とをSnを主体とするはんだで接続した電子回路装置であって、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極の少なくとも一方の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されており、このNi部分とはんだとの界面にZnNiCu相が存在することを特徴とする電子回路装置。

【請求項4】 前記電極のNiで形成された部分が無電解めっきにより形成されたものである、請求項2又は3記載の電子回路装置。

【請求項5】 外部回路との接続用の端子電極を有し、当該端子電極上にはんだバンプを備えた電子部品であって、当該はんだバンプを形成しているはんだ材料が、主成分のSnのほか、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むことを特徴とする電子部品。

【請求項6】 前記端子電極の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている、請求項5記載の電子部品。

【請求項7】 外部回路との接続用の端子電極を有し、当該端子電極上にSnを主体とするはんだで形成されたはんだバンプを備えた電子部品であって、端子電極の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されており、このNi部分とはんだバンプとの界面にZnNiCu相が存在することを特徴とする電子部品。

【請求項8】 前記電極のNiで形成された部分が無電解めっきにより形成されたものである、請求項6又は7記載の電子部品。

【請求項9】 前記電極のNiで形成された部分が、はんだと接触する側に形成されたAu層を含む、請求項6、7又は8記載の電子部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とを、環境への影響という問題のある鉛を含まないはんだ（鉛フリー（あるいはPbフリー）はんだとも呼ばれる）で接続した電子回路装置と、回路基板への搭載用にPbフリーのはんだバンプを備えた電子部品に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子を含めた電子部品を回路基板に搭載する際の電氣的、機械的接合には、Sn-Pb共晶はんだ（Sn-37Pb、融点183℃）が一般的に用いられてきた。この接合に用いる電極には、主に銅（Cu）が用いられてきたが、最近では、電極材料の銅が接合用のはんだ中に拡散移動すること（電極拡散あるいは溶食とも呼ばれる）による信頼性低下を抑制するため、Cu電極のはんだとの接触部（接合部）にニッケル（Ni）のバリア層を形成するものが主流となっている。これまでは、この組み合わせによって、電氣的、機械的にも信頼性の高い接合部を形成できていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年環境への影響の点から、鉛（Pb）を使わないはんだ（Pbフリーはんだ）の使用が要求されている。Pbフリーはんだは、組成のほとんどがスズ（Sn）であるため、Cu、Niなどの電極材料の拡散について、Sn-Pb共晶はんだと比較して拡散量が大きくなる問題が顕在化してきた。更に、現在では、Niバリア層を、コストダウンのため無電解めっきで形成することが多くなってきた。無電解めっきで形成したNiは、従来の電解めっきで形成したNiと比較して拡散しやすくなるため、はんだ熔融時の拡散を抑制する必要がでてきている。今まで使用してきたSn-37Pb共晶はんだに代えて、融点の高いPbフリーはんだにした場合、無電解めっきで形成された電極材料のNiの拡散の問題が一層顕著にあらわれてくることが明らかとなった。

【0004】Snを主体としたPbフリーはんだを、Ag、Ag/Pd、Ag/Pt、Au又はCuの導体層にはんだ付けする際に、Zn、Ag、Cu、Sb、Bi及びInのうちの少なくとも1種類をはんだに添加してはんだへの導体層材料の拡散を抑制する技術が、特開平10-193171号公報に開示されている。これによって、Cuなどの電極材料の拡散抑制は可能となっている。また、この公報記載の実施例に具体的に挙げられているはんだのうちに、Zn、Ag、Cuの3成分を同時に含むものは見られない。

【0005】特開平10-230384号公報には、配線基板に実装される電子部品を接続するためのはんだとして、Sn-Zn-Bi合金にGeとCuを添加したはんだ、Sn-Bi-Ag合金にGeとCuを添加したはんだ、Sn-Zn-In合金にGeとAgを添加したはんだが開示されている。これらのはんだは、濡れ性に優れ、はんだ付け性が良好なものとして説明されており、はんだにより接合する電極材料の拡散への言及はない。

【0006】特開平6-238479号公報には、半導体装置製造に用いられ、機械的強度及びクリープ抵抗を改善するSn-Ag系はんだとして、Sn、Ag及びZnからなるはんだ、Sn、Ag、Zn及びInからなる

はんだ、Sn、Ag、Zn、In及びBiからなるはんだが記載されている。Sn、Ag、Zn及びCuからなるはんだは記載されていない。また、電極材料のはんだ中への拡散についての言及もない。

【0007】本発明の一つの目的は、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とを、電極材料の拡散による信頼性低下を抑制しつつPbフリーはんだで接続した電子回路装置を提供することである。回路基板への搭載用にPbフリーはんだから形成した高信頼性のはんだバンプを備えた電子部品を提供することも、本発明の一つの目的である。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の電子回路装置は、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とをはんだで接続した装置であって、当該はんだが主成分のSnのほか、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むことを特徴とする。

【0009】本発明の電子部品は、外部回路との接続用の端子電極を有し、当該端子電極上にはんだバンプを備えた電子部品であって、当該はんだバンプを形成しているはんだ材料が、主成分のSnのほか、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むことを特徴とする。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とをはんだで接続した電子回路装置と、回路基板に含まれる回路のような外部回路との接続用の端子電極を有し、当該端子電極上にはんだバンプを備えた電子部品とに関するものであり、このような電子回路装置あるいは電子部品におけるはんだ材料として、Pbを含まないので環境への影響の心配がなく、電極材料のはんだ中への拡散の抑制された高信頼性の接合を可能にするはんだ材料を使用したものである。本発明における電子部品は、はんだバンプ利用して回路基板に実装される各種の表面実装パッケージ類を包含し、それらの具体的な例には、BGA、CSPなどが含まれる。

【0011】本発明に至りつくまでの過程において、発明者らは、特開平10-193171号公報に記載された、Sn-3.5AgはんだにZnを添加したはんだ材料について、基板表面に形成した無電解Niめっき電極上にはんだを供給し、基板を250℃のホットプレート上に置いて、電極拡散の抑制効果に関する実験を行ってみた。無電解Niめっき電極の減少量を断面から測定して評価したところ、0.5wt%のZn添加量では、Sn-3.5Agはんだと同程度の拡散量であり、抑制効果は少なかった。電極拡散抑制効果を発現させるためには、1wt%の添加が必要であった。更に電極拡散抑制効果を期待し、Znを2wt%まで添加したが、電極界

面にはNiの拡散の抑制に有効と考えられる安定したZnとNiとの化合物相（はんだ中のZnが電極界面において濃縮したZn濃化相と考えることもできる）が形成されず、Niはところどころではんだ中に拡散しており、更に、余剰なZnがはんだ中のAgと反応して粒状の化合物を形成し、界面に偏析することがわかった。また、この添加量では、はんだのぬれ性が低下するため、はんだ付け性や、はんだボールの形成性が大きく低下することも明らかになった。

【0012】そこで、電極拡散抑制効果の高いはんだ組成について更に研究を重ねた末に、主成分のSnのほか、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを含むはんだ材料を用いるのが非常に有効であることを突き止めた。Snを主成分とし、AgとZnを含むはんだにCuを同時に添加すると、ZnはCuとの反応性が高く、はんだ中ではCuと化合物を形成していて、はんだ付け後のNi電極界面に安定したZnNiCu化合物相を形成するものと考えられる。ここで、電極界面に存在しNiのはんだ中への拡散抑制に有効である安定した化合物相を「ZnNiCu」と表してはいるが、界面の断面観察によるとCuは化合物相に必ずしも均一に分布しているのではなく、いくらかの濃度差が認められた。

【0013】より具体的に説明すると、Sn-3.5Ag-1Zn-0.75Cuはんだを基板表面に形成した無電解Niめっき電極上に供給し、250℃のホットプレート上に配置し、電極拡散の抑制効果実験を行った結果、図1に示したように、10分の保持時間後に拡散量（Ni電極の減少膜厚で表される）はSn-3.5Agはんだの約1/3以下に抑制でき、この拡散量は従来のSn-Pb共晶はんだと同程度であった。こうして、Znによる電極拡散抑制効果を安定に発現させるためには、Cuの添加が必要であることが明らかになった。図1には、Cuを添加しないSn-Ag-Zn系はんだについてZn組成を変えて行った同様の実験から得られた結果も示されており、上述のSn-3.5Ag-1Zn-0.75Cuはんだは、従来の2wt%Znを含有するはんだと同等あるいはそれ以上の電極拡散抑制効果を示すことがわかる。Cuの添加量については、0.5～2wt%の範囲が有効であることがわかった。Cu添加量が0.5wt%未満では、Ni電極界面に安定したZnNiCu化合物相を形成するのに十分でなく、2wt%を超えはんだの融点が上昇してしまい、またはんだの合金特性が低下する。

【0014】本発明で用いるはんだ材料において、電極拡散抑制効果の発現に必要なZnの添加量は、最低で0.5wt%である。一方、2wt%を超えるZn添加量では、はんだの酸化が激しくなり、はんだ付け性が低下するので、Zn添加量は2wt%を上限とする。

【0015】また、本発明で用いるはんだ材料におい

て、Agははんだ合金特性の改良に寄与し、そしてはんだの融点を下げる働きをする。その有効な添加量は1～5wt%の範囲であり、1wt%未満では融点を下げる効果が現れず、5wt%を超えると粗大なAgSnの結晶が形成され、合金特性が低下する。

【0016】本発明で用いるはんだ材料には、上記のZn、Ag、Cu成分以外に、電極拡散抑制効果やその他のはんだ特性に悪影響を及ぼさない限り、多少の他の元素、一例としてBiやInなどを、必要に応じ添加しても差し支えない。

【0017】本発明は、回路基板上又は電子部品上に形成する電極のうちの少なくとも一方の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている場合に、特に有用である。更に、そのNi部分が、より顕著な電極拡散を示す無電解めっきしたNiによって形成されている場合に、特により一層有用である。

【0018】回路基板や電子部品の接続用電極上に形成されるNiバリア層の表面には、酸化防止膜としてAu層が形成されている場合がある。このようなAu層を備えた電極を電極拡散抑制効果の著しい上述のはんだで接合した場合でも、Auははんだ中に拡散するため、同様のNi拡散抑制効果が得られる。

【0019】上記のように、本発明の電子回路装置は、回路基板と電子部品の接続用電極どうしを、Snを主成分とし、適量のZn、Cu及びAgを含むはんだ材料で接続したものであり、このような電子回路装置は、回路基板と電子部品との接合時に所定のはんだ材料を使用し、Ni電極界面に安定したZnNiCu化合物相（拡散抑制相）を形成して製造することができる。

【0020】回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極のうちの少なくとも一方の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている電子回路装置では、予めNi部分の上にSnを主体としZnとCuを添加したはんだ材料を少量、例えば印刷法により供給し、加熱によりはんだを一旦溶解させて電極表面に薄くZnNiCu化合物相を形成させておき、その後はんだにより回路基板と電子部品との接合を行うこともできる。この場合に電極表面に最初に少量供給するはんだとしては、主成分のSnに加え、0.5～2wt%のZn、0.5～2wt%のCu、及び1～5wt%のAgを含む上述のはんだを使用してもよく、あるいはSnに加えてCuとZnを含み、ZnNiCu相の形成が可能な任意のはんだ（一例として、Sn-(9～10)Zn-(0.5～1)Cuはんだ）を使用してもよい。こうして製造された電子回路装置においても、電極とはんだとの界面に存在する拡散抑制相のため電極材料のはんだ中への拡散は効果的に抑制されるので、拡散抑制相の上にあとから供給され電極どうしの接合に用いられるはんだはZn、Ag、Cuの3成分の全てを必ずしも含まなくてもよい。こうして、拡散抑制相の上に供給するはんだ

として、Znを含まず、あるいはZn濃度の低いはんだを用いることが可能となり、そのため電極拡散抑制効果を確保したまま接合時にはんだの濡れ性を保つことが可能になる。従って、本発明の電子回路装置には、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極とをSnを主体とするはんだで接続した電子回路装置であって、回路基板上の接続電極と電子部品上の接続端子電極の少なくとも一方の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されており、このNi部分とはんだとの界面にZnNiCu相が存在することを特徴とするものも含まれる。

【0021】本発明の電子部品は、電極拡散抑制効果の顕著な上述の組成のはんだを使って形成したバンプを有するものである。より具体的に言えば、この電子部品は、外部回路との接続用の端子電極上にはんだバンプを備えていて、当該はんだバンプを形成しているはんだ材料が、主成分のSnのほかに、0.5～2質量%のZn、0.5～2質量%のCu、及び1～5質量%のAgを少なくとも含むものである。

【0022】本発明の電子部品においても、電極の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている場合に、特に有益な電極拡散抑制効果が得られる。更に、そのNi部分が無電解めっきしたNiによって形成されている場合に、特により一層有効である。Niバリア層の表面に酸化防止膜としてのAu層が存在する場合にも同様の電極拡散抑制効果が得られることは、先に触れたとおりである。

【0023】本発明の電子部品は、外部回路との接続用の端子電極上に所定のはんだ材料からバンプを形成することにより製造することができる。

【0024】この場合にも、上述の電子回路装置の場合と同じように、接続端子電極の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されている電子部品では、予めNi部分の上にSnを主体としZnとCuを添加したはんだ材料を少量供給し、加熱によりはんだを一旦溶解させて電極表面に薄くZnNiCu化合物相を形成させておき、その後その上にはんだバンプを形成することができる。こうして製造された電子部品においても、電極とはんだとの界面に存在する拡散抑制相のため電極材料のはんだ中への拡散は効果的に抑制されるので、バンプの形成に用いられるはんだはZn、Ag、Cuの3成分の全てを必ずしも含まなくてもよい。従って、はんだと接触する部分がNiである電極に最初に少量供給するはんだとしては、主成分のSnのほかに、0.5～2wt%のZn、0.5～2wt%のCu、及び1～5wt%のAgを含む上述のはんだを使用してもよく、あるいはZnNiCu相の形成に有効なその他の任意のはんだ（一例として、Sn-(9～10)Zn-(0.5～1)Cuはんだ）を使用してもよい。このように、本発明の電子部品には、外部回路との接続用の端子電極を有し、当該

端子電極上にSnを主体とするはんだで形成されたはんだバンプを備えた電子部品であって、端子電極の少なくともはんだと接触する部分がNiで形成されており、このNi部分とはんだバンプとの界面にZnNiCu相が存在することを特徴とするものも含まれる。

#### 【0025】

【実施例】次に、実施例により本発明を更に説明するが、これらの例は本発明を例示するものであって、限定しようとするものではない。

【0026】【実施例1】ガラスエポキシ基板上に無電解Niめっきで形成した直径0.7mmの電極の上面に、直径0.76mmのSn-3.5Ag-0.75Cu-1Znはんだボールを搭載し、基板を250℃のホットプレート上に配置して15分保持した。その結果生じたNi電極の減少膜厚で評価したところ、Ni電極の拡散はほとんどなく、良好な接合部を保持できることが示された。

【0027】次に、直径0.45mmの上記組成のはんだボールを0.8mmピッチでつけたBGAを、無電解Niめっきにより同じピッチで形成した電極を有するガラスエポキシ基板に実装し、-25℃から+125℃までの温度サイクル試験を1000サイクルまで行ったところ、不良の発生は認められなかった。

【0028】【実施例2】使用するはんだをSn-3Ag-0.5Cu-1Znはんだに替えた以外は、実施例1と同様の試験を行った。Ni電極の減少膜厚評価でNi\*

表1

	はんだ材料組成 (wt%)					電極減少膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	熱サイクル特性
	Sn	Ag	Zn	Cu	Bi		
実施例1	94.8	3.5	1	0.7		0.6	1000サイクル以上
実施例2	95.5	3	1	0.5		0.8	1000サイクル以上
実施例3	94.5	3	1.5	1		0.6	1000サイクル以上
実施例4	94.5	2.5	1	2		0.7	1000サイクル以上
実施例5	92.5	3	1	0.5	3	0.9	1000サイクル以上
比較例	96.5	3.5				>2	1000サイクル以上

【0035】実施例1～5と比較例を対比すると、実施例1～5ではNi電極の拡散がほとんどないのに比較例では多くの拡散が認められる一方、熱サイクル試験の結果は同等である。従って、本発明によれば、熱サイクル特性に悪影響を及ぼすことなく電極材料のはんだ中への拡散を効果的に抑制できることがわかる。

【0036】【実施例6】直径0.7mm、1.27mmピッチの無電解Ni電極を形成したガラスエポキシ基板上に、マスク厚0.15mmのメタルマスクによってSn-3Ag-1Zn-0.5Cuはんだペースト（実施例2の組成）を印刷し、250℃のリフローにより予

\*i電極の拡散はほとんどなく、また温度サイクル試験で不良は発生しなかった。

【0029】【実施例3】使用するはんだをSn-3Ag-1Cu-1.5Znはんだに替えた以外は、実施例1と同様の試験を行った。Ni電極の減少膜厚評価でNi電極の拡散はほとんどなく、また温度サイクル試験で不良は発生しなかった。

【0030】【実施例4】使用するはんだをSn-2.5Ag-2Cu-1Znはんだに替えた以外は、実施例1と同様の試験を行った。Ni電極の減少膜厚評価でNi電極の拡散はほとんどなく、また温度サイクル試験で不良は発生しなかった。

【0031】【実施例5】使用するはんだをSn-3Ag-0.5Cu-1Zn-3Biはんだに替えた以外は、実施例1と同様の試験を行った。Ni電極の減少膜厚評価でNi電極の拡散はほとんどなく、また温度サイクル試験で不良は発生しなかった。

【0032】【比較例】Sn-3.5Agはんだを使って、実施例1と同様の試験を行った。Ni電極の減少膜厚は2 $\mu\text{m}$ より多く、Ni電極の拡散量の多いことが示された。温度サイクル試験では、不良は発生しなかった。

【0033】これらの例の結果を使用したはんだ材料の組成とともに表1に示す。

#### 【0034】

#### 【表1】

備はんだを行った。この基板上に直径0.76mmのSn-3Ag-0.5Cuはんだボールを搭載し、250℃のホットプレート上に静置し、15分保持した。その後、Ni電極の減少膜厚を測定し評価したところ、Ni電極の拡散はほとんどなく、良好な接合部を形成できることが示された（減少量1.0 $\mu\text{m}$ ）。界面には、CuNiZnの化合物相が確認された。

【0037】上記基板に対して、直径0.76mmのSn-3Ag-0.5Cuはんだボールを付けたBGAを実装し、-25℃から+125℃の温度サイクル試験を1000サイクルまで行った結果、不良は認められな

った。

【0038】

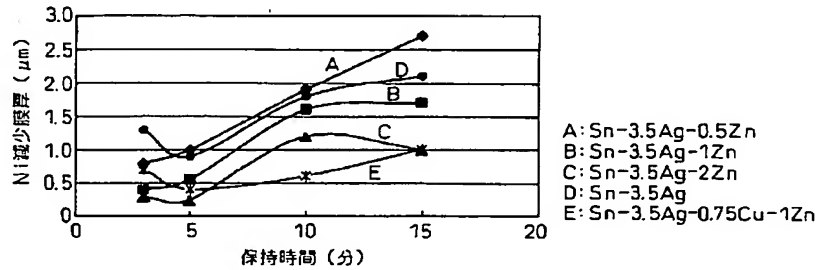
【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回路基板と電子部品との接合に用いられるPbフリーのSn系はんだで懸念されている無電解Niの溶食を従来

のSn-Pb共晶はんだと同等にでき、接合信頼性の高い電子回路装置の利用が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】各種組成のはんだ材料について行った電極拡散抑制効果実験の結果を示すグラフである。

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

B 2 3 K 35/26

3 1 0

B 2 3 K 35/26

3 1 0 A

// B 2 3 K 101:40

101:40

F ターム (参考) 5E319 AA03 AB05 AC01 AC15 AC16

AC17 AC18 BB04 CC33 CD26

GG20